

## DAMPAK KLONING ATAU KLONASI TERHADAP EKOSISTEM GENETIS

*DENGAN perkembangan biologi molekuler, sekarang dimungkinkan klonasi pada aras yang lebih kecil daripada sel, yaitu aras gena. Kemampuan manusia melakukan klonasi gena memunculkan bidang ilmu baru yang disebut rekayasa genetika. Klonasi individu yang selama ini meresahkan boleh dikatakan termasuk intervensi bentuk makro. Dengan klonasi tidak diperoleh susunan genetis baru, tetapi hanya multiplikasi susunan genetis identik yang telah ada sebelumnya*

### Pengantar

Beberapa bulan terakhir ini issue tentang klonasi sempat menyita perhatian banyak pihak, baik masyarakat awam, ilmuwan, agamawan, politisi serta negarawan. Bahkan tidak jarang timbul kontroversi khususnya akibat kekhawatiran dipraktikkannya klonasi pada manusia. Kekhawatiran semacam ini dapat dipahami karena dalam perjalanan peradaban manusia, justru merugikan bahkan mengancam kelangsungan hidup atau keberadaan manusia. Bagi kelompok peneliti di the Roslin Institute Edinburg yang menyulut munculnya pro dan kontra tentang klonasi, keberhasilan mereka melakukan klonasi domba sebetulnya bukan berarti merupakan inisiasi bagi ekspe-

**Abdul Salam M. Sofro**

*Fakultas Kedokteran/  
PAU-Bioteknologi  
Universitas Gadjah  
Mada*

rimen berikutnya kearah klonasi manusia. Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa teknologi yang mereka kembangkan dapat saja dikembangkan lebih lanjut dan diterapkan pada mamalia lain termasuk manusia oleh ilmuwan lain diberbagai pusat penelitian. Selama klonasi diterapkan pada makhluk hidup selain manusia, meskipun belum tentu benar, dampak ekologis khususnya ditinjau dari sudut kepentingan manusia barangkali tidak secara langsung dapat menimbulkan kegoncangan. Pengaruh baru terasa jika klonasi dikerjakan secara masal, melibatkan berbagai macam makhluk hidup baik mikroorganisma, tanaman maupun hewan. Inipun mungkin terjadi setelah dihasilkan beberapa generasi produk klonasi. Dalam hal ini, dampak

yang timbul dapat bersifat luas tidak hanya pada segi biologis, tetapi juga menyangkut segi ekonomi, hukum, agama, etika dan moral. Klonasi pada manusia yang diramalkan akan dapat dilakukan pada suatu ketika kelak, tentu saja akan memberi dampak yang harus diantisipasi sejak sekarang. Sebagai upaya intervensi manusia terhadap proses terbentuknya individu manusia sendiri menggantikproses reproduksi alamiah, tertentu saja akan menimbulkan banyak persoalan.

### Pengertian Klonasi

Pada awalnya, kata kloning atau klonasi berasal dari kata *clone* (bahasa Greek) atau klon yang secara harfiah berarti potongan/pangkas tanaman. Dalam hal ini tanaman-tanaman baru yang persis sama dengan tanaman induk dihasilkan lewat penanaman potongan tanaman yang diambil dari suatu pertemuan tanaman jantan dan betina. Melihat asal bahasa yang digunakan, dapat dimengerti bahwa praktek perbanyakan tanaman lewat penanaman potongan/pangkas tanaman telah lama dikenal manusia. Karena tidak adanya keterlibatan jenis kelamin, maka yang dimaksud dengan klonasi adalah suatu metode atau cara perbanyakan makhluk hidup (atau reproduksi) secara *aseksual*. Hasil perbanyakan lewat cara semacam ini disebut klonus/klona yang dapat diartikan sebagai individu atau organisme yang memiliki genotipus yang identik.

Dalam perkembangannya, klonasi

tidak hanya dikerjakan dengan memanfaatkan potongan tanaman yang umumnya berbentuk batang yang mengandung titik-titik tumbuh calon ranting dan daun, tetapi juga memanfaatkan hampir semua jaringan tanaman untuk menghasilkan tanaman sempurna. Dengan teknologi biakan jaringan, potongan daun atau sekeping jaringan dari batang tanaman lengkap. Dari sini terlihat bahwa klonasi pada dasarnya memanfaatkan sel-sel tanaman yang masih memiliki kemampuan untuk memilah-milah diri menghasilkan berbagai jenis bagian tanaman seperti akar, batang, daun dengan fungsinya masing-masing. Sel-sel yang memiliki kemampuan semacam ini disebut sel yang *totipoten*. Kemampuan semacam ini ternyata semakin menurun seiring dengan meningkatnya status organisme. Pada organisme tinggi misalnya mamalia, sel-sel jaringan telah kehilangan totipotensinya, sehingga apabila ditanam hanya mampu menghasilkan sel sejenis, tetapi tidak mampu memilah diri lagi untuk menghasilkan organ atau sel dengan fungsi yang lain. Jadi berbeda dengan tanaman, klonasi mamalia tidak dapat dikerjakan misalnya dengan menanam sel atau jaringan dari bagian tubuh seperti tangan, kaki, jantung, hati untuk menghasilkan individu baru. Dengan demikian, klonasi pada organisme tingkat tinggi hanya dapat dikerjakan lewat sel yang masih totipoten yaitu sel pada aras embrional atau *mudigah*.

Dari pemahaman tentang sifat sel organisme tadi, jika ditinjau secara umum sesuai dengan aras kehidupan organisme,

maka klonasi dapat dikerjakan pada berbagai aras, yaitu klonasi pada aras sel, aras jaringan dan aras individu. Pada organisma sel tunggal atau unisel seperti bakteri, perbanyak diri untuk menghasilkan individu yang baru, berlangsung lewat klonasi sel. Dalam hal ini klonasi sel sekaligus juga merupakan klonasi individu pada hewan dan manusia dapat juga terjadi, misalnya pada kelahiran kembar satu telur. Masing-masing anak disini merupakan klonus yang memiliki susunan genetis identik.

Dengan perkembangan biologi molekuler, sekarang dimungkinkan klonasi pada aras yang lebih kecil daripada sel, yaitu aras gena. Kemampuan manusia melakukan klonasi gena memunculkan bidang ilmu baru yang disebut rekayasa genetika. Untuk pertamakalinya suatu gena berhasil diklonasi dengan teknik DNA rekombinan pada tahun 1973. Hanya dalam selang waktu tiga tahun, teknologi ini sudah dikomersialkan oleh suatu perusahaan di California USA yaitu Genentech. Sebetulnya klonasi gena juga terjadi secara alami pada beberapa mikroorganisme. Misalnya beberapa mikroorganisme yang semula rentan terhadap antibiotika berubah menjadi klon mikroorganisme yang kebal antibiotika. Klon ini terjadi akibat perbanyak diri lebih lanjut mikroorganisme induk yang telah kemasukan gena kebal tadi.

### **Susunan Genetis dan Unggun Gena**

Pada saat nenek moyang manusia

masih hidup dalam kelompok-kelompok kecil dengan tingkat peradaban yang sangat sederhana, kebutuhan hidup dipenuhi dengan cara berburu dan mengumpulkan apa yang dapat mereka makan. Jumlah manusia yang masih sedikit, sumber makanan di alam sekitar kehidupan yang melimpah baik nabati maupun hewani, menyebabkan manusia belum merasa perlu melakukan budidaya untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Alam masih dipenuhi berbagai ragam tanaman yang aman dimakan dan kemampuan melindungi diri dari hewan maupun tanaman yang membahayakan kehidupan manusia. Hal yang barangkali diperlukan adalah kemampuan memilih ragam tanaman yang aman dimakan dan kemampuan melindungi diri dari hewan atau tanaman yang membahayakan kehidupan mereka. Relatif, keanekaragaman lingkungan flora dan fauna ini tidak terusik oleh intervensi manusia. Kepunahan beberapa jenis tanaman atau hewan termasuk manusia mungkin hanya terjadi jika ada bencana alam hebat yang menghancurkan lingkungan hidup mereka. Disamping itu, berlakunya hukum alam memungkinkan mereka yang lemah akan punah dan hanya mereka yang kuat saja mampu bertahan dalam kondisi lingkungan dan waktu tertentu yang spesifik.

Dari tinjauan biologis, keanekaragaman makhluk hidup pada suatu wilayah geografis dengan kondisi lingkungan pada saat tertentu merupakan keanekaragaman hayati yang mampu berinteraksi dengan alam. Keanekaragaman hayati ini ternyata tidak sekedar beragamnya spesies

tetapi beragamnya individu dalam suatu spesies. Dalam satu spesies, masing-masing individu memang memiliki susunan genetik sebagai penentu sifat-sifat pewarisan yang unik. Karena secara genetik spesies merupakan pembatas terjadinya perkawinan yang produktif, maka tidak dimungkinkan adanya pertukaran sifat genetik secara alamantar spesies. Pertukaran hanya dimungkinkan antar individu dalam spesies yang sama. Suatu populasi yang terdiri atas beberapa individu dengan sendirinya akan menunjukkan susunan genetik yang disumbangkan oleh seluruh individu penyusunnya. Meskipun sama spesies, beberapa populasi dapat menunjukkan susunan genetik yang berbeda satu sama lain karena perbedaan susunan genetik individu penyusunnya. Dengan demikian pada makhluk biologis dikenal adanya keanekaragaman genetik baik pada aras individu, populasi maupun spesies. Keanekaragaman ini dapat dilihat pada berbagai spesies tanaman dan hewan dari tingkat rendah sampai tinggi, maupun pada manusia.

Dalam kaitan ini, satu individu anggota spesies tertentu memiliki susunan genetik yang tidak sama dengan individu lain dalam satu spesies. Hanya individu kembar satu telur dapat memiliki susunan genetik yang identik.

Pada aras populasi yang merupakan sekumpulan individu, tiap individu anggota populasi akan menyumbangkan susunan genetiknya menghasilkan apa yang disebut **unggun gena** (atau gene pool). Konsekuensinya, ungunn gena suatu

populasi sangat dipengaruhi oleh keanekaragaman susunan genetik individu anggota populasi yang bersangkutan. Pada dasarnya, keanekaragaman susunan genetik diawali pada aras molekul berupa perubahan susunan molekul pewarisan yang disebut DNA. Perubahan DNA ini merupakan produk mutasi yang mendasari proses evolusi.

### Klonasi dan Ekosistem genetik

Perlu dicatat bahwa susunan genetik tiap individu akan terejawantahkan dalam fenotip yang dapat dilihat oleh panca-endera. Susunan genetik sendiri merupakan kumpulan berbagai gena sebagai unit pewarisan terkecil, baik fungsional maupun nirfungsional yang akan mencirikan suatu sifat pewarisan tertentu. Ada kalanya satu sifat pewarisan ditentukan oleh satu gena, tetapi adapula satu sifat pewarisan ditentukan oleh beberapa gena, bahkan beberapa gena serta faktor lingkungan. Jadi ciri-ciri yang dapat dilihat pada tiap organisme pada hakekatnya merupakan hasil interaksi unsur genetik dan unsur lingkungan. Adanya berbagai populasi mikroorganisme, tanaman, hewan dan manusia menunjukkan bahwa keanekaragaman susunan genetik maupun ungunn gena yang mereka miliki sudah beradaptasi dengan lingkungan dalam suatu ekosistem genetik.

Sebagaimana yang telah diuraikan di depan, keanekaragaman genetik diawali oleh mutasi yang mendasari proses evolusi. Pada aras gena, mutasi terjadi dengan laju satu per lokus gena per

100.000 gamet manusia. Tetapi mutasi ini belum tentu terdeteksi pada organisme generasi yang baru. Jika mutasi ini bersifat mematikan, maka pembawa mutasi tidak sempat bereproduksi. Dengan sendirinya mutasi ini tidak akan muncul pada generasi berikutnya. Sebaliknya jika mutasi memiliki keunggulan atau setidaknya tidaknya netral dan tidak bersifat mematikan, mungkin saja akan muncul pada generasi berikutnya dan semakin lama semakin umum dijumpai setelah beberapa generasi. Dengan kata lain, produk mutasi telah mampu beradaptasi dalam lingkungannya. Sepanjang proses ini berjalan secara alami, ekosistem genetis tidak akan terganggu. Alam dengan sendirinya akan mengatur mana ciri genetis yang harus dipertahankan, mana yang akan punah karena terseleksi faktor lingkungan.

Persoalan akan menjadi lain jika proses yang berjalan secara alami ini terganggu oleh intervensi tangan-tangan manusia. Intervensi ini dapat berupa intervensi bentuk mikro misalnya tindakan merekayasa gena atau bentuk makro tanpa mengubah gena misalnya merekayasa perkawinan atau perkawinan untuk menghasilkan organisme baru. Kedua macam bentuk intervensi ini pada dasarnya merupakan tindakan yang mempengaruhi arah evolusi. Klonasi individu yang selama ini merealisasikan boleh dikatakan termasuk intervensi bentuk makro. Dengan klonasi tidak diperoleh susunan genetis baru, tetapi hanya multiplikasi susunan genetis identik yang telah ada sebelumnya. Kalau demikian halnya, bagaimana dampaknya bagi

ekosistem genetis?

Pada dasarnya, klonasi dikerjakan untuk memperoleh sejumlah individu yang memiliki sifat-sifat yang dianggap baik atau memiliki beberapa keunggulan. Praktek semacam ini secara luas telah dilakukan pada budidaya tanaman dan beberapa jenis hewan ternak. Pada tanaman, khususnya yang menghasilkan produk komoditas perdagangan, sifat unggul yang dimaksud misalnya tahan hama, produktivitas tinggi dengan masa tanam pendek dan sebagainya. Pada hewan ternak, sifat yang dianggap unggul misalnya tahan penyakit, menghasilkan daging banyak dalam umur muda, menghasilkan banyak susu atau menghasilkan wool berkualitas tinggi. Namun perlu diingat bahwa keunggulan semacam ini bersifat relatif tergantung faktor lingkungan dan waktu. Apa yang dianggap baik dan unggul sekarang mungkin menjadi baik atau unggul kelak dengan adanya perubahan lingkungan sesuai dengan perubahan evolusi.

Tanpa melihat jelek atau unggulnya suatu sifat genetis yang menjadi pertimbangan dilakukannya klonasi, yang jelas klonasi menjurus ke arah penyeragaman susunan genetis. Bagi populasi dengan anggota individu berjumlah besar, adanya klonasi mungkin tidak banyak berpengaruh terhadap unggul gena populasi yang bersangkutan. Tetapi bagi populasi kecil, unggul gena akan sangat terpengaruh dengan penyeragaman susunan genetis. Dalam contoh ekstrim, suatu populasi dapat punah karena seragamnya susunan

genetis yang kebetulan tidak mampu beradaptasi dalam suatu lingkungan yang mungkin berubah. Kalau hal ini terjadi pada tanaman atau hewan, akibat yang ekstrim adalah berkurangnya sumber keanekaragaman yang sangat diperlukan dalam kehidupan. Bagaimanapun juga klonasi pada tanaman dan hewan telah dikerjakan dengan teknologi yang ada. Sesuai dengan sifat manusia, apa yang telah dikerjakan akan terus ditingkatkan dan disempurnakan. Karena ilmu dan teknologi tidak mungkin dihentikan, yang penting disini adalah mengatur dan mengantisipasi langkah apa yang harus diambil untuk menghindari akibat yang tidak diharapkan.

Persoalan akan menjadi lebih kompleks jika klonasi dikerjakan pada manusia. Jika manusia hanya dipandang sebagai salah satu spesies dalam dunia hewan, klonasi manusia mungkin tidak akan merisaukan. Kalaupun akan dikerjakan mungkin terbatas untuk sejumlah kecil individu. Apalagi satu generasi manusia berkisar antara 20 sampai 25 tahun. Oleh karena itu pengaruh klonasi terhadap unggun gena populasi manusia mungkin tidak terlalu kentara, kecuali jika klonasi dilakukan secara massal yang tampaknya juga sulit diandaikan. Seandainya pun ini terjadi, maka akan terjadi penyeragaman genetis. Gena yang semula dianggap baik belum tentu selamannya baik. Jika demikian halnya, mungkin saja terjadi perubahan unggun gena yang dapat berpengaruh jelek pada evolusi. Namun demikian, karena manusia adalah makhluk

biopsiko-sosial dan bukan sekedar hewan, reproduksi secara alamiah lewat kedua jenis kelamin tetap akan menjadi pilihan dalam kehidupan manusia. Dengan teknologi yang ada sekarang dan kemungkinan penyempurnaan di masa datang, secara teknis klonasi pada manusia memang akan dapat dilakukan. Pertanyaan sekarang bukan apakah klonasi dapat dilakukan pada manusia atau tidak, melainkan layakkah klonasi dilakukan pada manusia. Pertanyaan semacam ini perlu direnungkan mengingat klonasi manusia secara langsung menyangkut hakikat dan harkat keberadaan manusia di dunia. Jawaban yang cukup bertanggung jawab terhadap pertanyaan ini tidaklah mudah. Sebagai ilmuwan, kiranya acuan terhadap kebaikan empat faktor berikut dapat digunakan sebagai pertimbangan. **Pertama** faktor manfaat yang terkait dengan niat, **kedua** faktor penguasaan ilmu, **ketiga** faktor penguasaan teknologi, dan **keempat** faktor jaminan keamanan/keselamatan yang terkait dengan resiko. Kalau jujur dengan hati nuraninya dengan mengingat etika moral keilmuan, kelaikan keempat faktor tersebut niscaya tidak akan dapat terpenuhi. Seandainya tiga faktor terakhir suatu saat terpenuhi, faktor pertama yaitu manfaat dan niat melakukan klonasi sampai kapanpun sulit diterima kebenarannya.

## Penutup

Secara alami, keanekaragaman makhluk hidup merupakan produk evolusi

yang terbaik dalam lingkungan dan waktu tertentu. Klonasi individu khususnya klonasi massal yang dilakukan pada organisme apapun memang mengarah ke penyeragaman susunan genetis. Dengan kata lain klonasi akan memperkecil keanekaragaman yang dapat berpengaruh negatif dalam perjalanan evolusi.

Terlepas dari pengaruhnya terhadap ekosistem genetis makhluk hidup, kema-

juan ilmu pengetahuan dan teknologi memungkinkan klonasi individu pada manusia dapat dikerjakan. Tetapi, dengan mempertimbangkan empat faktor sebagai acuan yaitu manfaat yang terkait dengan niat, penguasaan ilmu, penguasaan teknologi dan jaminan keamanan/keselamatan yang terkait dengan resiko, klonasi individu manusia tetap tidak layak dilaksanakan.